



(51) Internationale Patentklassifikation 5 :

G01B 11/24

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 91/12489

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

22. August 1991 (22.08.91)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP91/00056

(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Januar 1991 (15.01.91)

(30) Prioritätsdaten:

P 40 03 983.8

9. Februar 1990 (09.02.90)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ABOS
AUTOMATION, BILDVERARBEITUNG OPTISCHE
SYSTEME GMBH [DE/DE]; Freisinger Straße 3, D-
8057 Eching (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKMANN, Antonius
[DE/DE]; Wörthstraße 17, D-8000 München 80 (DE).
SOMMER, Bernd [DE/DE]; In der Mulde 23a, D-8051
Haag (DE).

(74) Anwälte: BOHNENBERGER, Johannes usw.; Meissner,
Bolte & Partner, Postfach 86 06 24, D-8000 München 86
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (euro-
päisches Patent), CA, CH (europäisches Patent), DE
(europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES
(europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB
(europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (eu-
ropäisches Patent), JP, KR, LU (europäisches Patent),
NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), SU,
US.

Veröffentlicht

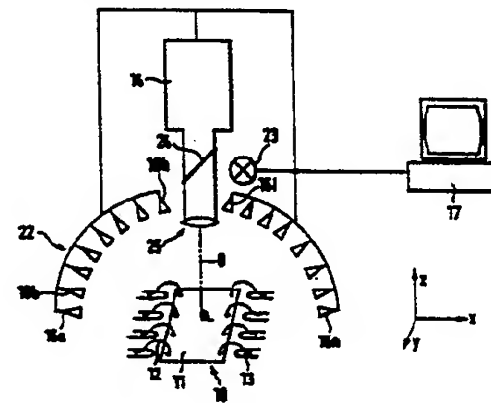
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: PROCESS AND DEVICE FOR AUTOMATIC MONITORING OF SPACE-SHAPE DATA IN THE MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR COMPONENTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR AUTOMATISIERTEN ÜBERWACHUNG VON RAUM-
FORMDATEN BEI DER HERSTELLUNG VON HALBLEITERBAUTEILEN

(57) Abstract

During the manufacture of semiconductor components, the surface quality of the semiconductor chips and their position relative to a housing and the connecting wires between chip and housing must be monitored. It is proposed that the semiconductor components be illuminated by an illumination device (16a-16n, 23) and observed by means of a camera (14) whose image output signals are fed to an image signal processing device which detects manufacturing defects. Each semiconductor component to be monitored is illuminated at a first reproducible illumination angle, a first set of image signals corresponding to the illuminated semiconductor component is stored, the semiconductor component to be monitored is illuminated at a second reproducible illumination angle, a second set of image signals is stored, the stored sets of image signals are compared with each other and the space-shape data of structures of interest are derived from the difference between the two sets of image signals.



(57) Zusammenfassung

Bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen müssen die Oberflächenqualität der Halbleiter-Chips sowie deren Lage relativ zu einem Gehäuse und die Verbindungsdrähte zwischen Chip und Gehäuse überwacht werden. Es wird vorgeschlagen, die Halbleiterbauteile mittels einer Beleuchtungseinrichtung (16a-16n, 23) zu beleuchten und über eine Kamera (14) zu beobachten, deren Bild-Ausgangssignale einer Bildsignal-Verarbeitungseinrichtung zum Erkennen von Herstellungsfehlern zuführbar sind. Hierbei werden jedes zu untersuchende Halbleiterbauteil unter einem ersten reproduzierbaren Beleuchtungswinkel beleuchtet, ein erster Satz von Bildsignalen entsprechend dem beleuchteten Halbleiterbauteil gespeichert, das zu untersuchende Halbleiterbauteil unter mindestens einem weiteren reproduzierbaren Beleuchtungswinkel beleuchtet, ein weiterer Satz von Bildsignalen gespeichert, die gespeicherten Sätze von Bildsignalen miteinander verglichen und aus den Unterschieden der beiden Sätze von Bildsignalen die Raumformdaten interessierender Strukturen hergeleitet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MN	Mongolei
BB	Barbados	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BE	Belgien	GA	Gabon	MW	Malawi
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BG	Bulgarien	GN	Guinea	NO	Norwegen
BJ	Benin	GR	Griechenland	PL	Polen
BR	Brasilien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

Verfahren und Vorrichtung zur automatisierten Überwachung
von Raumformdaten bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen

- 1 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur automatisierten Überwachung von Raumformdaten bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

5

Ein wesentliches Problem der Halbleiterindustrie liegt darin, daß die Zuverlässigkeit hergestellter Bauteile vom Hersteller garantiert werden muß. Die Zuverlässigkeit der Bauteile hängt - einen korrekt gefertigten Chip vorausgesetzt - in erster

- 10 Linie von der Qualität des Einbaus des Chips im Gehäuse ab. Hierunter sind sowohl der Zustand zu verstehen, in welchem der Chip eingebaut wird, als auch die Lage des Chips im Gehäuse sowie Art und Qualität der elektrischen Verbindungen zwischen dem Chip und den Gehäuse-Anschlußkontakten. Aus diesem Grund

1 erfolgt eine Überprüfung der Chip-Oberflächen auf mechanische
Beschädigungen oder Verschmutzung, der Lage des Chips im Ge-
häuse, der Klebestellen zwischen Chip und Gehäuse sowie der
5 Bonddraht-Verbindungen zwischen dem Chip und den Gehäuse-An-
schlußkontakten. Diese Inspektion wird bisher im wesentlichen
ausschließlich von menschlichem Personal mit Hilfe von Mikro-
skopen durchgeführt. Dieser Vorgang ist zum einen für das
Personal sehr anstrengend und für den Unternehmer kosteninten-
siv, zum anderen sind bei den heute üblichen hohen Fertigungs-
10 geschwindigkeiten lediglich stichprobenhafte Überprüfungen der
Bauteile möglich.

Aus der DE-OS 24 31 931 ist es bekannt, daß man die Dicke
eines Meßobjekts, zum Beispiel eines Halbleiter-Chips, mittels
15 einer automatisierbaren Messung prüfen kann. Dieser Parameter
gibt aber keinen sehr weitreichend verwendbaren Aufschluß über
die oben genannten Daten.

Weiterhin ist es an sich bekannt, daß man Objekte dreidimen-
20 sional vermessen kann (EP-0 159 354 B1), so daß diese Daten
einer computerisierten Untersuchung zugänglich gemacht werden
können. Die in der vorgenannten Druckschrift aufgezeigte An-
ordnung ist jedoch außerordentlich kompliziert aufgebaut und
liefert eine so große Fülle von Daten, die verarbeitet werden
25 müssen, daß selbst bei Verwendung eines sehr schnellen Rech-
ners bei Verwendung einer einzigen Überprüfungsvorrichtung nur
Stichproben aus der Produktion überprüft werden können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Vor-
30 richtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubil-
den, daß auf einfache Weise die wesentlichen Daten zur Erken-
nung von Fehlern bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen
herleitbar und überprüfbar sind.

35 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genann-
ten Art dadurch gelöst, daß jedes zu untersuchende Halbleiter-
bauteil unter einem ersten reproduzierbaren Beleuchtungswinkel
beleuchtet, ein erster Satz von Bildsignalen entsprechend dem

1 Ein weiterer wesentlicher Punkt der Erfindung liegt darin,
daß nur diejenigen Bildsignale bzw. Bildpunkte, denen die
Bildsignale entsprechen, beobachtet werden, welche für die
Überprüfung relevant sind.

5

Eine häufige Fehlerursache liegt in einer unkorrekten Ausbil-
dung der Bonddrähte. Insbesondere kann es relativ leicht ge-
schehen, daß Bonddrähte nicht korrekt gebogen oder zu lang
ausgebildet sind, so daß sie beim späteren Vergießen des Bau-
10 teils über die Vergußmasse hinausragen. Um dies zu überprüfen,
kann man die Halbleiterbauteile aus einer Vielzahl von Rich-
tungen beleuchten und (bei feststehender Kamera) entsprechende
Sätze von Bilddaten gewinnen. Hierbei erfolgt die Beleuchtung
aus Richtungen, die im wesentlichen in einer Ebene mit den
15 Verläufen der Bonddrähte liegt. Aus den Bildsignalen werden
die Positionen von Licht-Reflexionsstellen hergeleitet, die
auf den Bonddrähten entstehen. Dies ist dadurch möglich, daß
die Bonddrähte eine äußerst glatte Oberfläche aufweisen. Aus
den Positionen der Licht-Reflexionsstellen, der Beleuchtungs-
20 richtung und der Kamera bzw. deren optischer Achse wird der
Steigungswinkel der Bonddrähte an den Reflexionsstellen er-
rechnet. Über eine Integration der Steigungswinkel (über die
Länge der Bonddrähte beginnend an einem Punkt bekannter Höhe)
wird der Verlauf bzw. die Höhe der Bonddrähte in einer
25 Richtung errechnet, die im wesentlichen senkrecht zur Ober-
fläche der Chips verläuft. Die errechnete Höhe eines jeden so
überprüften Bauteils wird mit einem Soll-Bereich verglichen,
so daß ein Bauteil dann ausgesondert werden kann, wenn die
errechnete Höhe aus dem Bereich herausfällt.

30

Um Rechenkapazität zu sparen und damit die Arbeitsgeschwindig-
keit zu erhöhen, ist es von Vorteil, wenn man den Verlauf der
Bonddrähte in der Bildebene der Kamera kennt, bevor die zuvor
beschriebene dreidimensionale Messung vorgenommen wird. Hierzu
35 kann man aus zwei Sätzen von Bildsignalen, die bei verschiede-
nen Beleuchtungswinkeln gewonnen wurden, diejenigen Bereiche
als Spuren der Verläufe von Bonddrähten in einer X-Y-Ebene

- 1 (entsprechend der Kamera-Bildebene) definieren, die in beiden
Sätzen von Bildsignalen aufgrund eines Schattenwurfs der Bond-
drähte unbeleuchtet erscheinen. Selbstverständlich wird der
Winkel zwischen den beiden Beleuchtungswinkeln so groß bzw.
5 klein gewählt, daß die Schatten sich überlappen.

Es ist auch (gegebenenfalls zusätzlich) möglich, das zu unter-
suchende Halbleiterbauteil coaxial zur optischen Achse der Ka-
mera zu beleuchten, wobei diese optische Achse im wesentlichen
10 senkrecht zur Oberfläche des Chips ausgerichtet ist. Die Ver-
läufe der Bonddrähte in der X-Y-Ebene erscheinen dann dunkler
und können über einen bekannten Verfolgungsalgorithmus ermit-
telt werden. Dies rührt daher, daß die Chip-Oberflächen bei
Beleuchtung mit unpolarisiertem Licht ganzflächig das Licht
15 sehr stark direkt in die Kamera zurückreflektieren, während
die Bonddrähte den größten Teil des Lichtes in andere Rich-
tungen reflektieren.

Nach einem solchen Bild-Analyseschritt können somit nur die-
20 jenigen Bilddaten als zugehörig zu Licht-Reflexionsstellen
eingestuft werden, welche im Bereich der Spuren der Bondver-
läufe in der X-Y-Ebene liegen und sich hinsichtlich ihrer Hel-
ligkeitswerte von der Umgebung hinreichend abheben. Dadurch
ist nicht nur die eingangs genannte Reduzierung von Rechner-
25 kapazität sondern auch eine Erhöhung der Störsicherheit mög-
lich.

Nachdem die Reflexionsstellen besonders im Bereich von großen
Krümmungsradien langgestreckt erscheinen, ist es von Vorteil,
30 wenn die errechneten Steigungswinkel lediglich in Flächen-
Schwerpunkten zugerechnet werden, um so eine exakt definierte
Punkteschar zur Herleitung des Höhenverlaufes gewinnen zu kön-
nen.

35 Da man sinnvollerweise die Überwachung bei einer Vielzahl
gleichartiger Halbleiterbauteile durchführt, kann man in ei-
nem Lernschritt (z. B. anhand visuell überprüfter Bauteile)
die im Durchschnitt zu erwartenden Hintergrund-Bildsignale

1 und Raumformdaten als Lerndaten speichern. Hierbei dreht es
sich beispielsweise um die Lage der Chips im Gehäuse, die
Verläufe der Klebestellen, deren Ränder rings um die Chips
sichtbar sind und die Umgebung der Bonddrähte insbesondere
5 zur Chip-Oberfläche, zu einem darunterliegenden Substrat und
zu den Anschlußkontakten der Bonddrähte. Bei Vorliegen der-
artiger Durchschnittdaten kann man die Halbleiterbauteile
in einem Schritt aus einer Richtung beleuchten, welche durch
eine Ebene verläuft, welche im wesentlichen senkrecht auf ei-
10 ner durch die Bonddrähte verlaufenden Ebene steht, wobei die
Beleuchtungsrichtung schräg zur Chip-Oberfläche verläuft.
Durch diese Beleuchtung werfen die Bonddrähte einen Schatten
auf die darunterliegenden Schichten (Chip, Substrat). Aus
den Verläufen des Schattenwurfs der Bonddrähte und den Lern-
15 daten kann der Verlauf der Bonddrähte in einer Richtung er-
rechnet werden, die im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche
der Chips verläuft, also die Höhe der Bonddrähte. Diese Daten
können alternativ oder aber (vorzugsweise) zusätzlich zu den
eingangs beschriebenen Meßwerten bezüglich der Bonddrähtehöhe
20 verwendet werden.

Wenn man die optische Achse der Kamera im wesentlichen senk-
recht zur Chip-Oberfläche ausrichtet und eine Beleuchtung im
wesentlichen koaxial zur optischen Achse der Kamera mit un-
25 polarisiertem Licht vornimmt, so reflektiert ein einwandfreier
Chip im wesentlichen gleichmäßig über seine ganze Oberfläche
hinweg. Man kann nun Fehlerstellen auf den Chip-Oberflächen
dadurch definieren, daß man die Bildabschnitte bzw. Bildsig-
nale heraussucht, welche einer geringeren Helligkeit entspre-
30 chen als die umgebenden Bereiche. Dies rührt daher, daß sowohl
Kontaminations-Partikel als auch Kratzer auf der Chip-Ober-
fläche das einfallende Licht streuen, so daß die in die Kamera
zurückgeworfene Lichtmenge an diesen Stellen geringer wird.
Wenn man nun die so gewonnenen Bilddaten speichert und die
35 Beleuchtung in einem nächsten Schritt aus einem anderen Win-
kel vornimmt, so kann aus dem Differenzbild beschlossen wer-
den, um welche Art von Fehler es sich handelt, da dann die

- 1 unterschiedlichen Streuungseigenschaften von Kontaminations-
partikeln und Kratzern erkennbar werden. Vorzugsweise erfolgt
hierbei die Beleuchtung annähernd parallel zur Oberfläche des
Chips, so daß die im Differenzbild hell erscheinenden Fehler-
5 stellen als Verunreinigungen, die dunkel erscheinenden Fehler-
stellen als Verletzungen (Kratzer) der Chip-Oberfläche defi-
nierbar sind.

- Das eingangs genannte Lernverfahren, bei welchem die Raumform-
10 Durchschnittsdaten der zu überprüfenden Halbleiterbauelemente
ermittelt werden, eignet sich zur Aussonderung fehlerhafter
Bauteile, also solcher Bauteile, deren Raumformdaten um mehr
als einen vorbestimmten Betrag von den Durchschnittsdaten ab-
weichen. Es ist auch in gewissem Maße eine Regelung von Pro-
15 duktionsmaschinen aufgrund der festgestellten Fehlerdaten mög-
lich. So zum Beispiel kann die Maschine korrigiert bzw. gere-
gelt werden, welche die Chips auf das Substrat aufklebt, da
zum Beispiel ein übergroßer Kleber-Rand rings um das Chip auf
eine zu hohe Kleberdosierung schließen läßt. Auch aus dem Ver-
20 lauf der Bonddrähte können Regeldaten für die Bondmaschine
gewonnen werden. In jedem Fall können die gewonnenen Daten
zur Aussonderung fehlerhaft produzierter Bauteile verwendet
werden.

- 25 Eine Grob-Überprüfung mittels eines Lernverfahrens kann dadurch
durchgeführt werden, daß mindestens ein korrekt gefertigtes
Halbleiterbauteil, besser aber eine Gruppe von solchen, unter
einem definierten Beleuchtungswinkel bzw. Beleuchtungswinkel-
bereich beleuchtet und aufgenommen wird. Aus den Bilddaten las-
30 sen sich dann Reflexbereiche festlegen, welche bei korrekt ge-
fertigten Bauteilen den Bonddrähten zuzuordnen sind. Weichen
dann die Bilddaten eines zu untersuchenden Halbleiterbauteils
von diesen Muster-Bilddaten ab, so liegt mit großer Wahrschein-
lichkeit ein fehlerhaft gefertigtes Bauteil vor. So z.B. wäre
35 dann, wenn der Licht-Reflexionsbereich eines Bonddrahtes klei-
ner als normal ist, von einer übermäßigen Krümmung des Bond-
drahtes auszugehen. Es dreht sich also bei dieser Version des

1 Verfahrens um die Überprüfung charakteristischer Reflexionsmu-
ster, die von korrekt gefertigten Bauteilen hergeleitet werden.

5 Durch die vereinfachte Art des Mustererkennungsverfahrens läßt
sich eine erhebliche Geschwindigkeitssteigerung bei der Über-
prüfung unter gleichzeitiger Reduktion der notwendigen Rechen-
und Speicherkapazität erzielen. Das Verfahren läßt sich auch
vorteilhaft mit dem genaueren Überprüfungsverfahren, bei wel-
chem exakte Aussagen über die Raumformdaten gewonnen werden,
10 kombinieren. So z.B. kann man das zeitraubendere, genauere
Verfahren nur für jedes n-te Bauteil (z.B. jedes zehnte Bau-
teil) durchführen, während das einfachere Verfahren an jedem
Bauteil durchgeführt wird. Dadurch ist eine Mindest-Kontrolle
gewährleistet und gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit hoch,
15 daß ein systematischer Fehler (durch das genauere Verfahren)
erkannt wird, der sich z.B. durch ein fehlerhaftes Arbeiten
einer Maschine langsam einschleicht, selbst wenn die Fehler
für das einfachere Verfahren innerhalb des zulässigen Berei-
ches liegen.

20 Wenn man mit einer Farbkamera arbeitet und verschiedenen Be-
leuchtungsrichtungen verschiedene Farben bzw. verschiedene
Spektralverteilungen zuordnet, so können aus dem Farbsignal
der Kamera weitere Daten gewonnen werden. Insbesondere kann
25 in diesem Fall eine gleichzeitige Beleuchtung aus mehreren,
gegebenenfalls allen interessierenden Richtungen gleichzei-
tig erfolgen. Jeder Reflexpunkt kann dann nämlich dem Farb-
signal der entsprechenden Bilddaten entsprechend bestimmten
Beleuchtungsrichtungen zugeordnet werden. Hier erfolgt also
30 keine Steuerung der Lichtquellen, vielmehr werden sämtliche
Informationen den Bilddaten entnommen. An dieser Stelle sei
noch bemerkt, daß unter einem "Satz von Bilddaten" nicht nur
eine Vielzahl von Grauwerten oder Farbwerten zu verstehen ist,
sondern jedem einzelnen Pixel noch weitere Informationen, z.
35 B. Daten zur (statistischen) Wichtung des einzelnen Pixel
usw. hinzugefügt sein können.

1 Eine Kalibrierung oder gegebenenfalls auch Eichung läßt sich
dadurch durchführen, daß man in einem Verfahrensschritt eine
Kugel bekannter Größe mit reflektierender Oberfläche dem Ver-
fahren unterwirft. Da jedem Punkt der Kugel ein bekannter
5 Oberflächen-Winkel bzw. ein bestimmter Krümmungsradius zuzu-
ordnen ist, können Kalibrier- oder Eichdaten gewonnen und ge-
speichert werden, anhand derer in den darauffolgenden Bautei-
le-Untersuchungen die gewonnenen Werte oder Bilddaten in Ab-
solutwerte überführbar sind.

10

Als Beleuchtungsquellen eignen sich zum einen Einzel-Beleuch-
tungsquellen, wie Leuchtdioden oder dergleichen, oder zum
anderen aber auch Lichtleiter-Beleuchtungen, bei welchen das
Licht an den einen Enden der Lichtleiter (die in verschiede-
15 nen Positionen montiert sind) austritt, und das Licht aus
einer einzelnen Beleuchtungsquelle in die anderen Enden der
Lichtleiter eingeleitet wird. Um dies gesteuert (nacheinander)
zu bewerkstelligen, eignen sich Blendenvorrichtungen.

20

Weiterhin ist es möglich, Spiegelsysteme zur Beleuchtung vor-
zusehen. Hierzu eignet sich beispielsweise ein Zylinder-Ellip-
senspiegel, in dessen einen Brennpunkt das zu untersuchende
Bauteil und in dessen anderer Brennpunkt eine gerichtet
strahlende linienförmige Lichtquelle (zylindrische Lichtquel-
25 le mit dazu koaxialer, drehbarer Spaltblende) angeordnet ist.
Es kommt also im wesentlichen darauf an, daß eine reproduzier-
bare Beleuchtung aus verschiedenen Winkeln erfolgen kann.

30

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird, wie
anhand des entsprechenden Verfahrens eingangs angedeutet, eine
Beleuchtungseinrichtung verwendet, bei welcher den verschie-
denen Beleuchtungsrichtungen verschiedene Farben zugeordnet
sind. Dies kann über geeignete Farbfilter geschehen, die von
einer Lichtquelle beleuchtet werden, welche mindestens die vom
35 Farbfilter durchgelassenen wesentlichen Spektralanteile aus-
sendet. Ein solches Farbfilter kann zum Beispiel aus einem
Dia-Positivfilm hergestellt werden, mit dem ein genormtes
Farbspektrum (von Blau bis Rot) abphotographiert wurde. Wenn

- 1 man einen kugelabschnittsförmigen Beleuchtungsraum rings um
das zu untersuchende Bauteil haben will, so können zur Her-
leitung des Bonddraht-Höhenverlaufes alle Orte auf dem kugel-
abschnittsförmigen Farbfilter, welche die gleiche Höhe (in
5 der optischen Achse der Kamera) aufweisen, die gleiche Farbe
haben.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale ergeben sich aus den
Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzug-
10 ter Ausführungsformen der Erfindung, die anhand von Abbildun-
gen näher erläutert werden. Hierbei zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform der Erfindung in schematisierter
Darstellung;

15

Fig. 2 eine Ausführungsform einer Lichtleiter-Beleuchtung;

Fig. 3 A-C schematisierte Bildausschnitte zur Bonddraht-
Lokalisierung;

20

Fig. 4 eine perspektivische Teil-Darstellung eines Chips mit
Bonddraht;

25

Fig. 5 eine Schemaskizze zur Erläuterung der Bonddraht-Ver-
laufsmessung;

Fig. 6 A, B weitere Abbildungen zur Erläuterung von Bond-
draht-Verläufen;

30

Fig. 7 eine weitere Ausführungsform der Erfindung in schema-
tisierte Darstellung ähnlich der nach Fig. 1; und

Fig. 8 eine perspektivische Teil-Ansicht entlang der Linie
VIII-VIII aus Fig. 7.

35

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer Vorrichtung zur Über-
wachung von Raumformdaten bei der Herstellung von Halbleiter-
bauteilen schematisiert aufgezeigt. Diese umfaßt eine Halte-

1 rung 22, an welcher eine Vielzahl von Einzel-Lichtquellen 16a
bis 16n befestigt ist. Die Einzel-Lichtquellen 16a - 16n sind
vorzugsweise in gleichen Winkelabständen zueinander angeordnet
und auf ein gemeinsames Zentrum gerichtet. Unter der Halterung
5 22 mit den Lichtquellen 16a - 16 n ist ein (nicht gezeigter)
Halter vorgesehen, auf dem ein zu untersuchendes Halbleiter-
bauteil positioniert werden kann. Das Halbleiterbauteil ist
in der Zeichnung durch die schematisierte Darstellung eines
Chips 10 angedeutet, dessen Anschlußpunkte über Bonddrähte 12
10 mit Anschlußkontakten 13 eines (nicht gezeigten) Gehäuses ver-
bunden sind.

Über dem Halbleiterbauteil ist eine (CCD-) Kamera 14 so gehal-
ten, daß die optische Achse 0 ihres Objektivs 25 im wesent-
15 lichen senkrecht auf der Oberfläche 11 des Chips 10 steht.

Hinter dem Objektiv 25 der Kamera 14 ist ein Strahlteiler 24
so angebracht, daß eine neben der Kamera 14 angeordnete Licht-
quelle 23 das Halbleiterbauteil koaxial zur optischen Achse 0
20 beleuchten kann.

Alle Beleuchtungsquellen 16a - 16n und 23 stehen in einer
gesteuerten Verbindung mit einer Verarbeitungseinrichtung 17,
welcher außerdem die Bild-Ausgangssignale der Kamera 14 zuge-
25 führt werden. Mit dieser Anordnung ist es möglich, das zu
untersuchende Halbleiterbauteil nacheinander aus verschiedenen
Richtungen entsprechend den von der Verarbeitungseinrichtung
17 angesteuerten Lichtquellen zu beleuchten und die in der
Kamera 14 erzeugten Bildsignale zur Weiterverarbeitung aufzu-
30 nehmen.

Anstelle der Vielzahl von einzelnen Beleuchtungsquellen 16a -
16n ist es möglich, Lichtleiter mit ersten Enden in dem Hal-
ter 22 zu befestigen, in deren anderen Enden Licht ein-
35 gestrahlt wird. Eine geeignete Anordnung ist (in prinzipiel-
ler Darstellung) in Fig. 2 gezeigt. Die Enden der dort gezeig-
ten Lichtleiter L1 - L5 sind in einem (nicht gezeigten) Halter
so befestigt, daß sie auf einem Kreis (-Abschnitt) liegen.

1 Eine Lichtquelle 21 ist vorgesehen, welche Licht in Richtung
auf die Enden der Lichtleiter L1 - L5 aussendet. Zwischen der
Lichtquelle 21 und den Endflächen der Lichtleiter ist eine
scheibenförmige Blende 19 vorgesehen, die mittels eines
5 (Schritt-) Motors 20 drehbar ist. In der Blende findet sich
eine Öffnung, die so ausgebildet ist, daß das von der Licht-
quelle 21 ausgesandte Licht je nach Stellung der Blende 19
immer nur auf die Endfläche eines der Lichtleiter L1 - L5 fal-
len kann, je nach Position der Lochblende 19. Der Kreis-
10 (Abschnitt), auf welchem die Enden der Lichtleiter positio-
niert sind, entspricht selbstverständlich der Bewegungsbahn
des Lochs in der Blende 19.

Zur Erläuterung der eingangs vorgenommenen Beschreibung des
15 erfindungsgemäßen Verfahrens soll die beiliegende Fig. 4 die-
nen. Diese zeigt in schematisierter Darstellung ein Halblei-
terbauteil, bei welchem ein Chip 10 auf einem Substrat 15
montiert (aufgeklebt) ist. Anschlußkontakte auf der Oberfläche
11 des Chips 10 sind über Bonddrähte 12 mit Anschlußkontakten
20 13 verbunden, die mit nach außen (aus dem Gehäuse heraus)
ragenden Kontaktstiften (nicht gezeigt) verbunden sind. Je-
der Bonddraht 12 wird, resultierend aus den an sich bekannten
Bondverfahren, bogenförmig zwischen der entsprechenden An-
schlußstelle auf dem Chip 10 und dem Kontakt 13 geführt, so
25 daß der Bonddraht 12 im wesentlichen in einer Ebene A ver-
läuft, die im wesentlichen senkrecht auf der Oberfläche 11 des
Chips 10 steht. Die Oberfläche 11 verläuft in einer x-y-Ebene,
die Bonddrähte erstrecken sich somit in einer Richtung Z nach
oben über die Oberfläche 11 des Chips 10 hinaus.

30 Beleuchtet man nun einen solchen Bonddraht 12 aus einem be-
stimmten, in Fig. 5 mit etwa 10° zur Oberfläche 11 des Chips
10 angenommenen Winkel, so wird, wie in Fig. 5 gezeigt, auf-
grund der Krümmung des Bonddrahtes 12 nur ein geringer, einem
35 kleinen Oberflächenabschnitt des Bonddrahtes 12 entsprechender
Anteil des eingestrahnten Lichtes in (das Objektiv der) Kamera
14 reflektiert, die übrigen Lichtanteile werden in andere
Richtungen abgestrahlt. Da die Rauigkeit der Bonddrahtober-

- 1 fläche gering ist, gelangen nur geringe Streulichtanteile von
anderen Bonddrahtabschnitten in die Kamera. Da der Einfallswinkel
gleich dem Ausfallswinkel der Lichtstrahlen ist und die
Relativpositionen der jeweils leuchtenden Lichtquelle zur
5 Kamera 14 bekannt sind, kann der Winkel bestimmt werden, in
welchem der Oberflächenabschnitt des Bonddrahtes 12 verläuft,
der das Licht in die Kamera 14 reflektiert. Läßt man nun eine
Lichtquelle 16a - 16n nach der anderen die Bonddrähte 12 be-
leuchten, so können nacheinander verschiedene Punkte auf den
10 Bonddrähten 12 hinsichtlich ihres Winkels zur Oberfläche 11
des Chips 10 bestimmt werden, wodurch man über eine Integra-
tion der Winkel bzw. der dazugehörigen Orte auf den Bonddrähten
12 deren Verlauf in Z-Richtung errechnen kann.
- 15 Dieser Sachverhalt ist nochmals in den Fig. 6A und 6B erläu-
tert, wobei die Fig. 6A einen korrekten Bonddraht-Verlauf und
Fig. 6B einen fehlerhaften Bonddraht-Verlauf zeigen. Aus die-
sen Abbildungen geht auch hervor, daß die Bereiche, in wel-
chen die Bonddrähte Licht in die Kamera reflektieren,
20 unterschiedliche Längenausdehnung je nach Krümmungsradius
aufweisen, woraus wiederum Daten herleitbar sind, welche für
die Qualitätsüberprüfung genutzt werden können. Insbesondere
ist es möglich, unter Anwendung eines Lernverfahrens an kor-
rekt gefertigten Halbleiterbauteilen über die Beurteilung der
25 Reflexzonen an verschiedenen Stellen der Bonddrähte hinrei-
chend sichere Daten darüber zu gewinnen, ob die Bonddrähte
einen korrekten Verlauf (Fig. 6A) oder einen fehlerhaften Ver-
lauf (Fig. 6B) aufweisen.
- 30 Um die Reflexstellen auf den Bonddrähten leichter aus den
Bildaten herausfinden zu können, ist es von Vorteil, wenn die
Verläufe der Bonddrähte in der x-y-Ebene bekannt sind. Um die-
se Verläufe herauszufinden, kann man die Bonddrähte aus zwei
verschiedenen Winkeln, die vorzugsweise symmetrisch um die op-
35 tische Achse O der Kamera angeordnet sind, beleuchten. Die
zwei sich ergebenden Bilder sind schematisiert in Fig. 3A bzw.
3B gezeigt. Es ergeben sich dann für jedes der Bilder ein Hel-
ligkeitsmuster 26 für den Untergrund, ein Helligkeitsbild 28

1 für den Bereich, in welchem der jeweilige Bonddraht 12 reflek-
tiert, und ein Helligkeitsmuster 27, welches einem Schatten
entspricht, den der jeweilige Bonddraht auf den Untergrund
wirft. Bildet man eine Differenz zwischen den Bildern nach
5 Fig. 3A und Fig. 3B, so ergibt sich das Bild nach Fig. 3C,
bei welchem der (dunkle) Schattenbereich 27, der bei den bei-
den Bildern nach Fig. 3A und 3B an derselben Stelle (in der
x-y-Ebene) liegt, kontrastreich gegenüber dem (helleren) Hin-
tergrund hervortritt. Im Bereich dieser "Schattenspur" der
10 Bonddrähte müssen dann die Reflexionszonen (in der x-y-Ebene)
liegen, die zur Höhenbestimmung (siehe Fig. 5 und 6) heran-
gezogen werden. Es läßt sich somit eine Datenreduktion zur
Vereinfachung und Beschleunigung der Informationsverarbeitung
erzielen. Selbstverständlich ist es auch möglich, dann, wenn
15 die Bonddraht-Verläufe in der x-y-Ebene sehr weit von einem
Soll-Verlauf abweichen, die dazugehörigen Halbleiterbauteile
als fehlerhaft auszusondern.

20 Im folgenden wird eine weitere bevorzugte Ausführungsform an-
hand der Fig. 7 und 8 näher beschrieben.

Bei dieser Ausführungsform ist anstelle einer Vielzahl von
Lichtquellen 16a - 16n eine aus mehreren weißen Lichtquellen
31 bestehende Beleuchtungseinheit vorgesehen, deren Licht
25 durch ein, in einer Halterung 22 angebrachtes Farbfilter 32
auf den zu untersuchenden Chip 10 gesendet wird. Das Farb-
filter 32 ist so ausgestaltet, daß jeder Beleuchtungsrichtung
eine definierte Farbe zugeordnet ist. Beispielsweise kann das
Farbfilter 32 in den Fig. 7 und 8 von unten nach oben das
30 Farbspektrum von Blau nach Rot durchlaufen. Es kommt ledig-
lich darauf an, daß jeder Richtung, aus welcher der Chip 10
beleuchtet wird, eine bestimmte Farbe zugeordnet werden kann.

Die Kamera 14 ist als Farbkamera ausgebildet, so daß aus ihrem
35 Ausgangssignal über einen Farbsignalumsetzer 30 ein Signal
(analog oder digital) gewonnen werden kann, welches jedem
Bildpunkt einen Farbwert zuordnet. Dieser dann der Verarbei-

- 1 tungseinrichtung 17 zugeführte Farbwert entspricht einer bestimmten Beleuchtungsrichtung.

- Die Anordnung nach Fig. 7 kann auch als Schnitt durch eine hohlkugelförmige Beleuchtungseinrichtung (mit Kamera) verstanden werden, wobei dann das Farbfilter vorzugsweise achsensymmetrisch zur optischen Achse O der Kamera 14 ausgebildet ist. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist eine Vereinfachung insofern erzielbar, als keine gesonderte Ansteuerung verschiedener Lichtquellen mehr erfolgen muß.

Bezugszeichenliste

- | | | |
|----|----|--------------------------|
| | 10 | Chip |
| 15 | 11 | Oberfläche |
| | 12 | Bonddraht |
| | 13 | Anschlußkontakt |
| | 14 | Kamera |
| | 15 | Substrat |
| 20 | 16 | a - n Lichtquelle |
| | 17 | Verarbeitungseinrichtung |
| | 18 | Lichtleiter |
| | 19 | Blende |
| | 20 | Motor |
| 25 | 21 | Lichtquelle |
| | 22 | Halterung |
| | 23 | Lichtquelle |
| | 24 | Strahlteiler |
| | 25 | Objektiv |
| 30 | 26 | Untergrund |
| | 27 | Schatten |
| | 28 | Reflex |
| | 29 | Lichtaussendefläche |
| | 30 | Farbsignalumsetzer |
| 35 | 31 | weiße Lichtquelle |
| | 32 | Farbfilter |

Patentansprüche

- 1 1. Verfahren zur automatischen Überwachung von Raumformdaten
bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen, insbesondere
zum Überwachen der Oberflächen (11) von Halbleiter-Chips
(10), deren Position im Gehäuse, deren (Bond-) Drahtver-
5 bindungen (12) mit Anschlußkontakten (13) oder dergleichen,
wobei die Halbleiterbauteile mittels einer Beleuchtungsein-
richtung (16) beleuchtet und über eine (TV-) Kamera (14)
beobachtet werden, deren Bild-Ausgangssignale einer Bild-
signal-Verarbeitungseinrichtung (17) zum Erkennen von Her-
10 stellungsfehlern zuführbar sind,
g e k e n n z e i c h n e t durch folgende Schritte:

- 1 (a) das zu untersuchende Halbleiterbauteil wird unter mindestens einem ersten reproduzierbaren Beleuchtungswinkel-Bereich beleuchtet;
- 5 (b) ein erster Satz von Bildsignalen entsprechend dem beleuchteten Halbleiter wird gespeichert;
- 10 (c) der gespeicherte Satz von Bildsignalen wird mit einem weiteren gespeicherten Satz von Bildsignalen verglichen;
- (d) aus den Unterschieden der beiden Sätze von Bildsignalen werden Raumformdaten interessierender Strukturen hergeleitet.
- 15
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß der weitere gespeicherte Satz von Bildsignalen einem Satz von Muster-Bildsignalen entspricht, die von einem
20 oder einer gemittelten Vielzahl von korrekt angefertigten Halbleiterbauteil(en) gewonnen wurde.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß das zu untersuchende Halbleiterbauteil dann verworfen wird, wenn der erste Satz von Bildsignalen um einen vorbestimmten Betrag (Streubereich) von dem Satz von Muster-Bildsignalen abweicht, insbesondere dann, wenn Lage und/oder Größe von Licht-Reflexionsstellen im ersten Satz von
30 Bildsignalen von denjenigen im Satz der Muster-Bildsignale um vorbestimmte Beträge abweicht.
4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß nach dem Schritt (b) folgende Schritte eingefügt werden:
- (b1) das zu untersuchende Halbleiterbauteil wird unter min-

1 destens einem weiteren reproduzierbaren Beleuchtungs-
winkel beleuchtet;

5 (b2) der weitere Satz von Bildsignalen wird gespeichert.

10 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Halbleiterbauteile aus einer Vielzahl von Richtun-
gen beleuchtet und bei feststehender Kamera entsprechende
Sätze von Bilddaten gewonnen werden,
daß die Beleuchtung aus Richtungen erfolgt, die im wesent-
lichen in einer Ebene (A) mit den Verläufen des Bonddrahtes
15 (12) liegt,
daß die Positionen von auf den Bonddrähten (12) entstehen-
den Licht-Reflexionsstellen aus den Bildsignalen hergeleitet
werden,
daß aus den Positionen der Licht-Reflexionsstellen, der
20 Beleuchtungsrichtung und der Kamera Steigungswinkel der
Bonddrähte an den Reflexionsstellen errechnet werden; und
daß über eine Integration der Steigungswinkel der Verlauf
(Höhe) der Bonddrähte in einer Richtung (Z) errechnet wird,
die im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche der Chips ver-
läuft.

25 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus zwei Sätzen von Bildsignalen, die bei verschiedenen
Beleuchtungswinkeln gewonnen werden, diejenigen Bereiche
30 als Spuren der Verläufe von Bonddrähten (12) in einer x-y-
Ebene definiert werden, die in beiden Sätzen von Bildsig-
nalen aufgrund eines Schattenwurfes der Bonddrähte (12)
unbeleuchtet erscheinen.

35 7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß in einem Schritt das zu untersuchende Halbleiterbauteil

18

- 1 koaxial zur optischen Achse (0) der Kamera (14) beleuchtet
wird, die im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche (11) der
Chips (10) ausgerichtet ist und die Verläufe von Bonddräh-
ten (12) in eine x-y-Ebene mittels eines Kantenverfolgungs-
5 algorithmus dunkler linienförmig verlaufender Bildsignale
ermittelt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß nur diejenigen Bilddaten als zugehörig zu Licht-Refle-
xionsstellen eingestuft werden, welche im Bereich der Spu-
ren der Bonddraht-Verläufe in der x-y-Ebene liegen und sich
hinsichtlich ihrer Helligkeitswerte von der Umgebung hin-
reichend abheben.
15
9. Verfahren nach Anspruch 5 ,
dadurch gekennzeichnet,
daß zu den aus zusammenhängenden Bildsignalen im wesent-
lichen gleicher Helligkeit entstehenden Flächen der Licht-
20 Reflexionsstellen Flächenschwerpunkte errechnet und die
errechneten Steigungswinkel diesen Punkten zugeordnet wer-
den.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei einer Überwachung einer Vielzahl gleichartiger
Helligkeitsbereiche in einem Lernschritt die im Durch-
schnitt zu erwartenden Hintergrunds-Bildsignale und Raum-
30 formdaten als Lerndaten gespeichert werden, welche zur
Umgebung von Bonddrähren (12), insbesondere zur Chip-
Oberfläche (11), zu einem darunterliegenden Substrat und
zu den Anschlußkontakten (13) der Bonddrähte (12) gehören.
- 35 11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Halbleiterbauteile in einem Schritt aus einer

1

Richtung beleuchtet werden, die durch eine Ebene (B) verläuft, welche senkrecht auf einer durch die Bonddrähte (12) verlaufenden Ebene (A) steht, wobei die Beleuchtungsrichtung schräg zur Chip-Oberfläche (11) verläuft, und daß aus Verläufen eines Schattenwurfes der Bonddrähte (12) und den Lerndaten der Verlauf der Bonddrähte (12) in eine Richtung (Z) errechnet wird, die im wesentlichen senkrecht zur Oberfläche (11) der Chips (10) verläuft.

10

12. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die optische Achse (0) der Kamera (14) im wesentlichen senkrecht zur Chip-Oberfläche (11) coaxial zur optischen Achse (0) der Kamera (14) mit unpolarisiertem Licht erfolgt und

15

daß in einem Schritt diejenigen Stellen auf der Oberfläche (11) eines Chips (10) als Fehlerstellen definiert werden, deren zugehörige Bildsignale eine geringere Helligkeit repräsentieren als umgebende Bereiche.

20

13. Verfahren nach Anspruch 12,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Beleuchtung in einem nächsten Schritt in einem spitzen Winkel annähernd parallel zur Oberfläche (11) des Chips (10) erfolgt, ein Differenzbild aus dem zuvor gewonnenen Satz von Bilddaten und den momentanen Bilddaten erzeugt wird und die im Differenzbild hell erscheinenden Fehlerstellen als Verunreinigungen, die dunkel erscheinenden Fehlerstellen als Verletzungen der Chip-Oberfläche (11) definiert werden.

25

30

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche

dadurch gekennzeichnet,

daß in einem Lernverfahren der Mittelwert der Bildsignale entsprechend der Relativposition der Chips (10) zum Gehäuse und/oder der Verläufe von mit Kleber bedeckten Bereichs um die Ränder der Chips (10) ermittelt werden und dann ein

35

20

- 1 Fehlersignal erzeugt wird, wenn die momentan gewonnenen
Bildsignale um vorbestimmte (Streu)- Werte von den Mittel-
werten der Bildsignale abweichen.
- 5 15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Spektrum des beleuchtenden Lichtes in Abhängigkeit
vom Beleuchtungswinkel eingestellt ist, und daß aus einem
Farbsignal der Kamera, insbesondere aus einem Chrominanz-
10 signal zu einzelnen Bildsignalen gehörende Beleuchtungs-
winkel hergeleitet werden.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Beleuchtung gleichzeitig unter verschiedenen Be-
leuchtungswinkeln durchgeführt wird.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß in einem Kalibrierschritt eine Kugel bekannter Größe
dem Verfahren unterworfen und aus den Bildsignalen Kali-
brierwerte gewonnen und gespeichert werden.
- 25 18. Vorrichtung zur automatischen Überwachung von Raumform-
daten bei der Herstellung von Halbleiterbauteilen, insbe-
sondere zum Überwachen der Oberflächen (11) von Halblei-
ter-Chips (10), deren Position im Gehäuse, deren (Bond-)
Drahtverbindungen (12) mit Anschlußkontakten (13) oder
30 dergleichen, wobei die Halbleiterbauteile mittels einer
Beleuchtungseinrichtung (16) beleuchtet und über eine
(TV-) Kamera (14) beobachtet werden, deren Bild-Ausgangs-
signale einer Bildsignal-Verarbeitungseinrichtung (17)
zum Erkennen von Herstellungsfehlern zuführbar sind,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Beleuchtungseinrichtung (16) derart ausgebildet
und zu einem zu untersuchenden Halbleiterbauteil an-
geordnet ist, daß dieses unter mindestens zwei vonein-

1 ander verschiedenen reproduzierbaren Winkeln beleuchtbar
ist.

5 19. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beleuchtungseinrichtung (16) eine Vielzahl von
Einzel-Beleuchtungsquellen (16a - 16n) umfaßt.

10 20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
daß alle Einzel-Beleuchtungsquellen (16a - 16n) im wesent-
lichen gleich weit von einem Punkt entfernt sind, zu wel-
chem das zu untersuchende Halbleiterbauteil positionierbar
ist.

15 21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20 ,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einzel-Beleuchtungsquellen (16a - 16n) Leucht-
dioden umfassen.

20 22. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20 ,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Einzel-Beleuchtungsquellen (16a - 16n) erste
Enden von Lichtleitern (18) umfassen, in deren zweite
25 Enden zeitlich nacheinander durch Blendeneinrichtungen
(19). Licht aus einer Einzel-Lichtquelle (21) einführbar
ist.

30 23. Vorrichtung nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beleuchtungseinrichtung (16) eine zylinderring-
förmige oder kugelabschnittsförmige Lichtaussendefläche
(29) umfaßt, die derart ausgebildet ist, daß verschiede-
35 nen Stellen der Lichtaussendefläche verschiedene Licht-
spektren zugeordnet sind, und daß die Kamera (14) zur
Erzeugung von Bildsignalen ausgebildet ist, die Farbsig-
nale umfassen.

1

24. Vorrichtung nach Anspruch 23 ,
gekennzeichnet durch
eine Einrichtung (30), die ein Chrominanzsignal aus einer
TV-Farbkamera in ein Signal umwandelt, dessen verschiedene
(Pegel- oder Digital-) Werte den verschiedenen Stellen
der Lichtaussendefläche (29) bzw. verschiedenen Beleuch-
tungswinkeln entsprechen.

5

25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 oder 24 ,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Beleuchtungseinrichtung (16) eine breitbandige
(weiße) Lichtquelle (31) und ein Farbfilter (32) mit
über die Fläche sich ändernden Farben oder Lichtdurchlaß-
bereiche umfaßt.

10

15

20

25

30

35

1/4

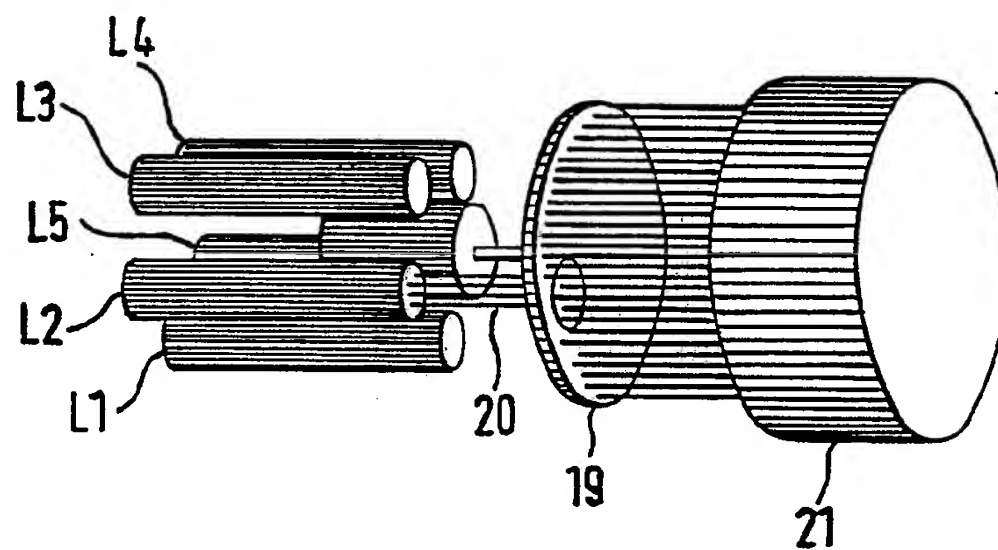
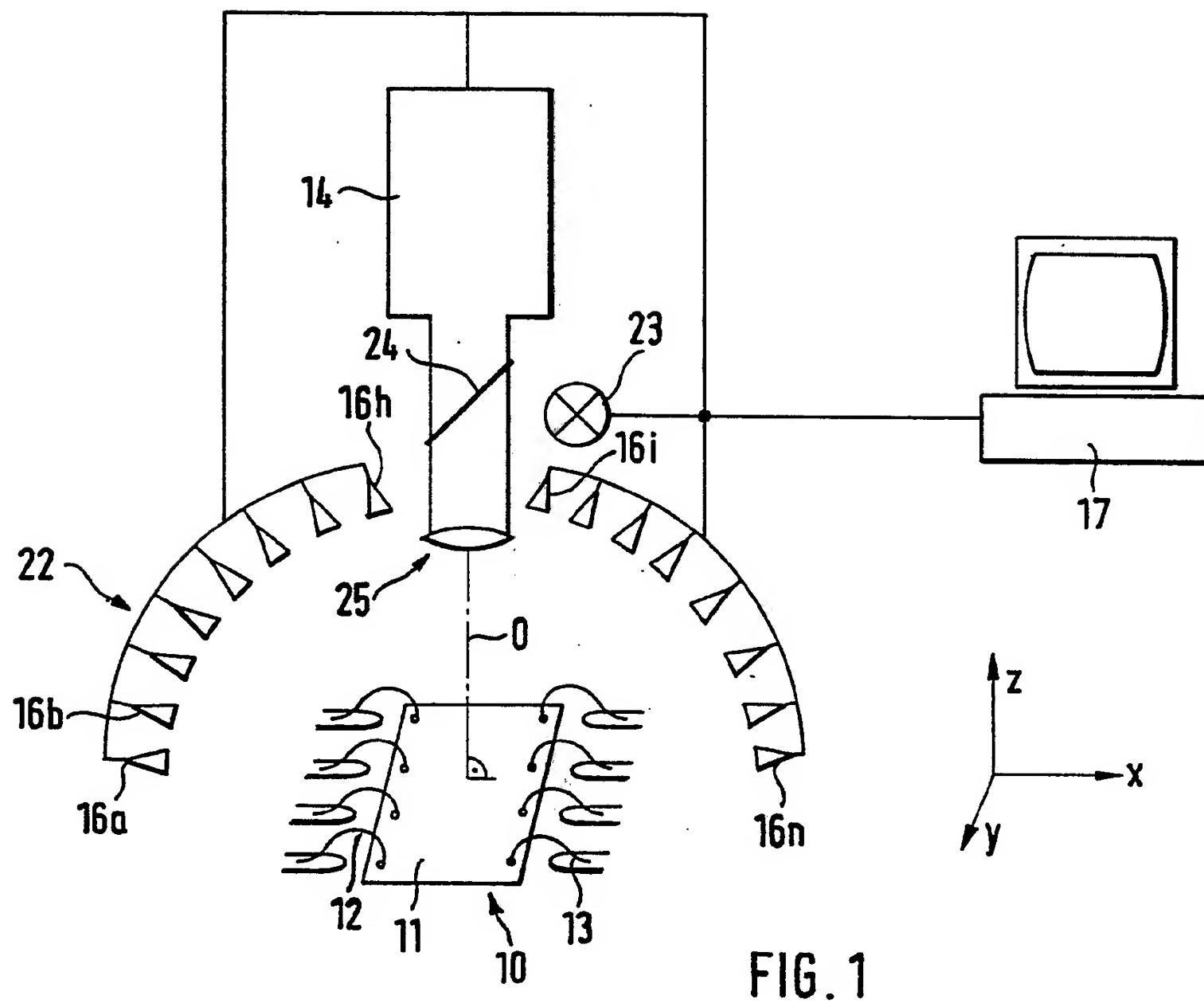


FIG. 2

2/4

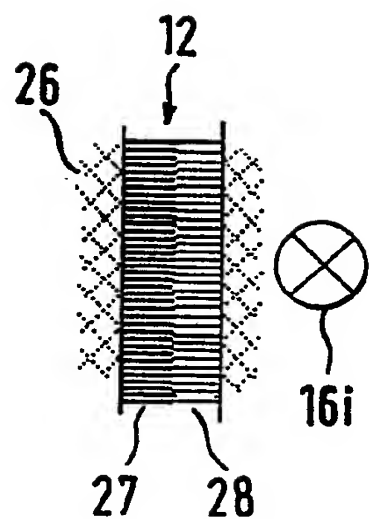


FIG. 3A

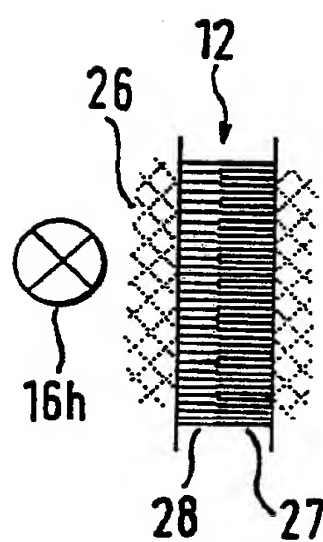


FIG. 3B



FIG. 3C

FIG. 6A

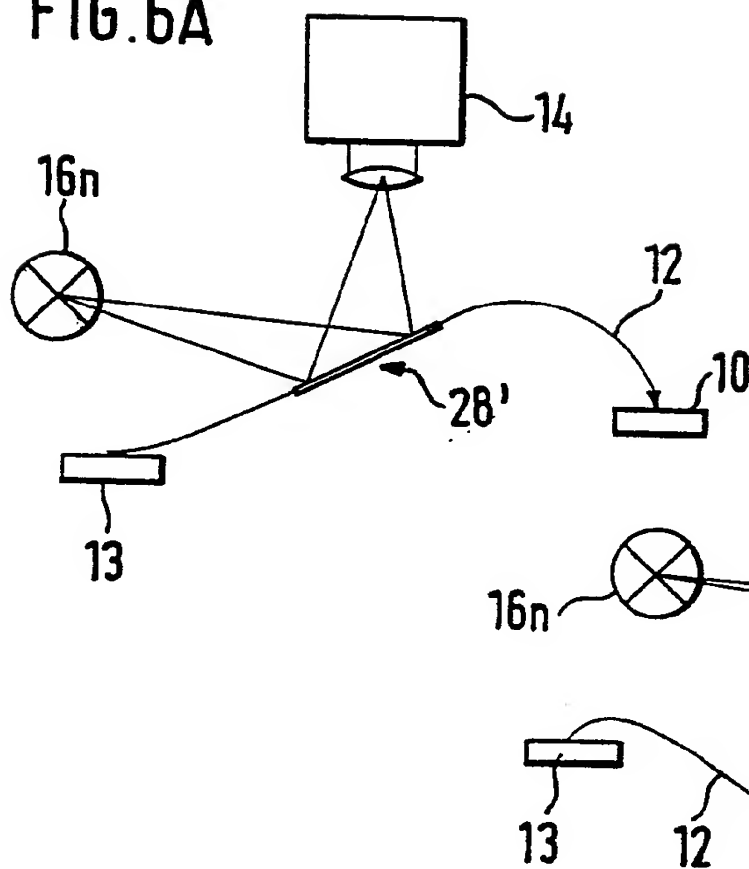
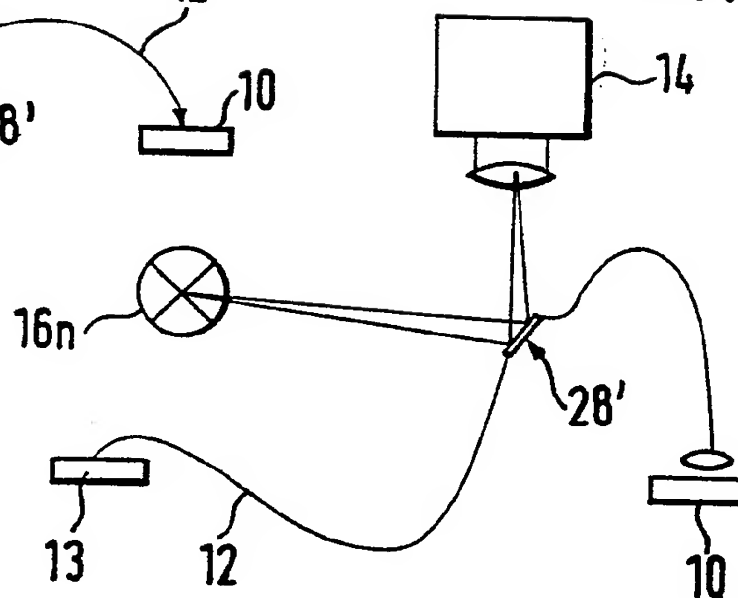


FIG. 6B



3/4

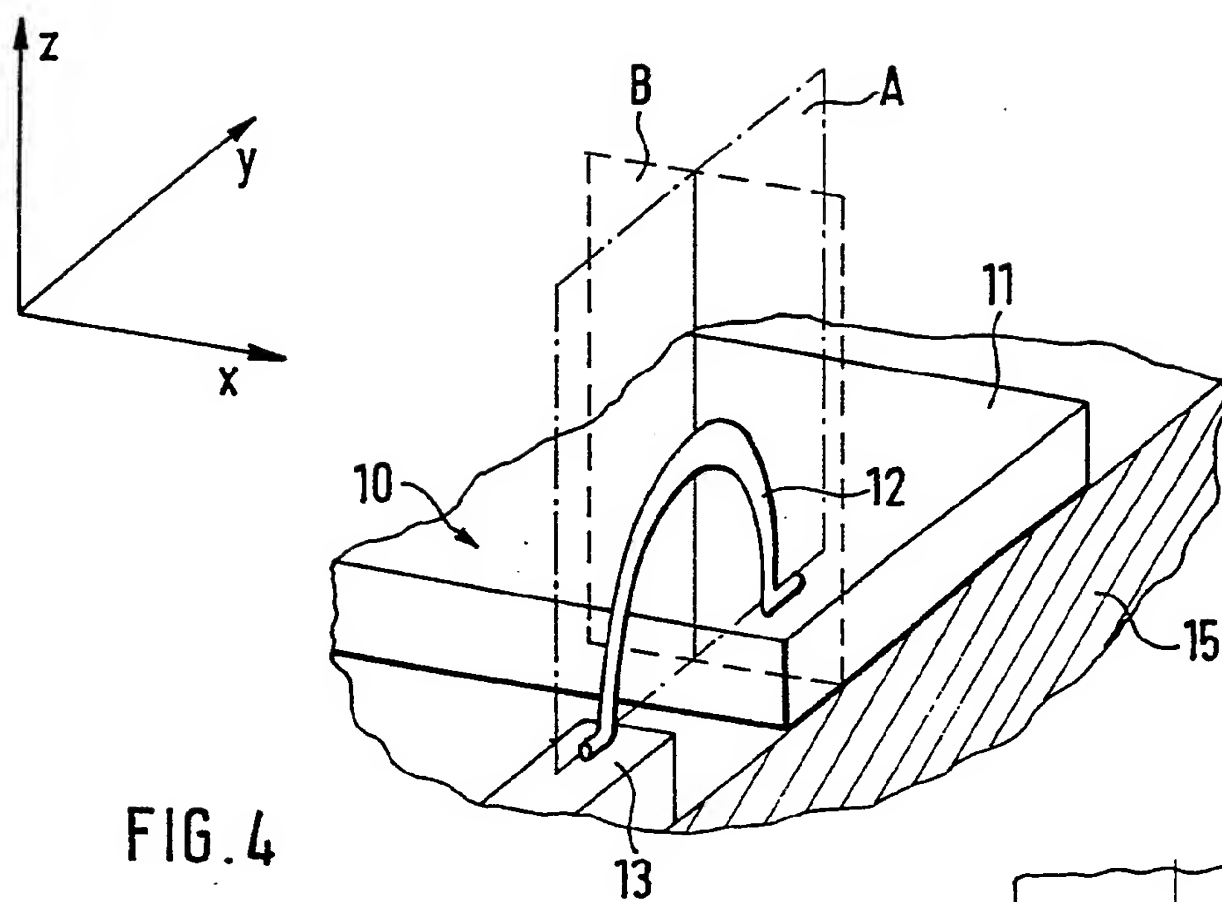


FIG. 4

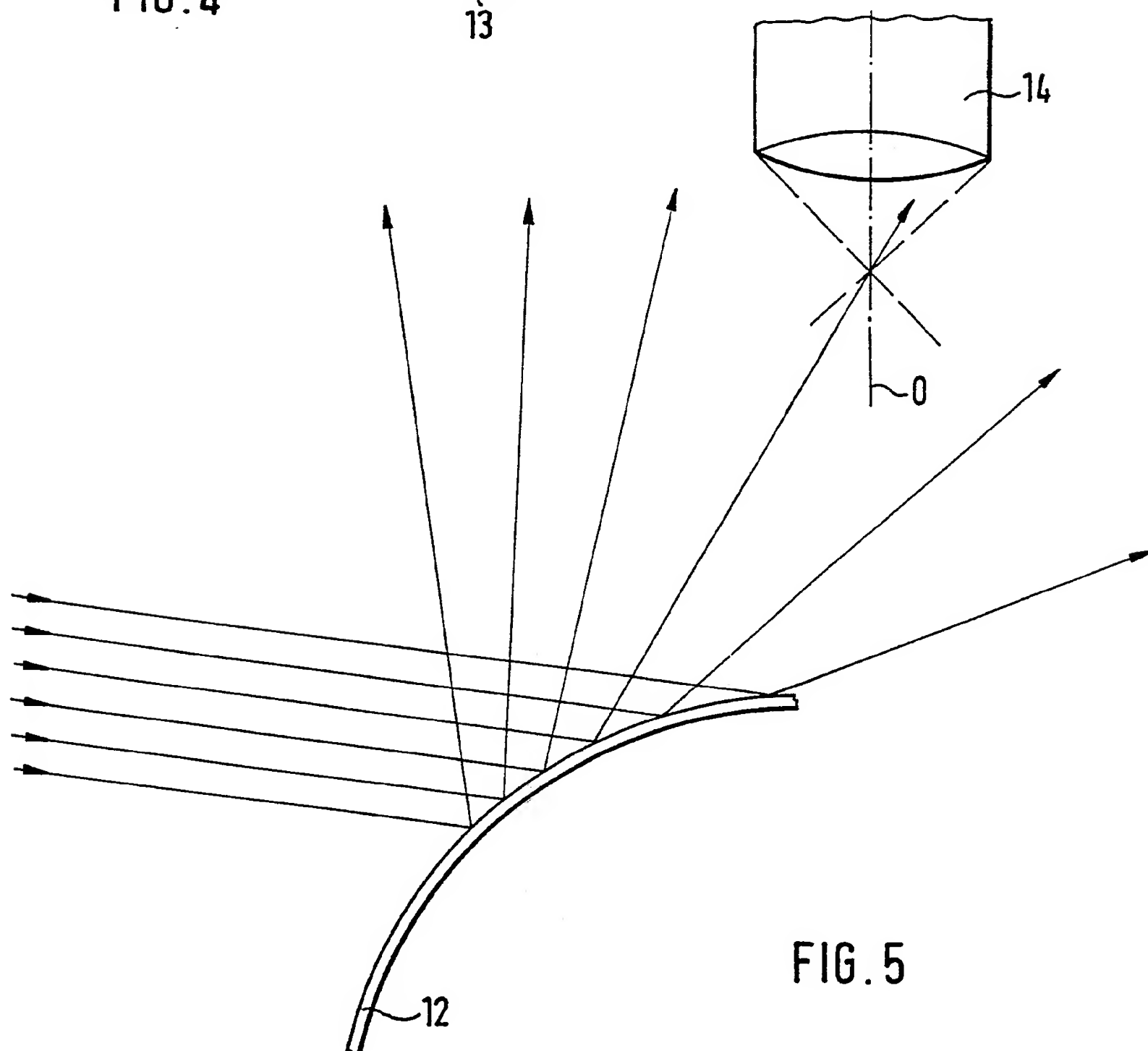


FIG. 5

4/4

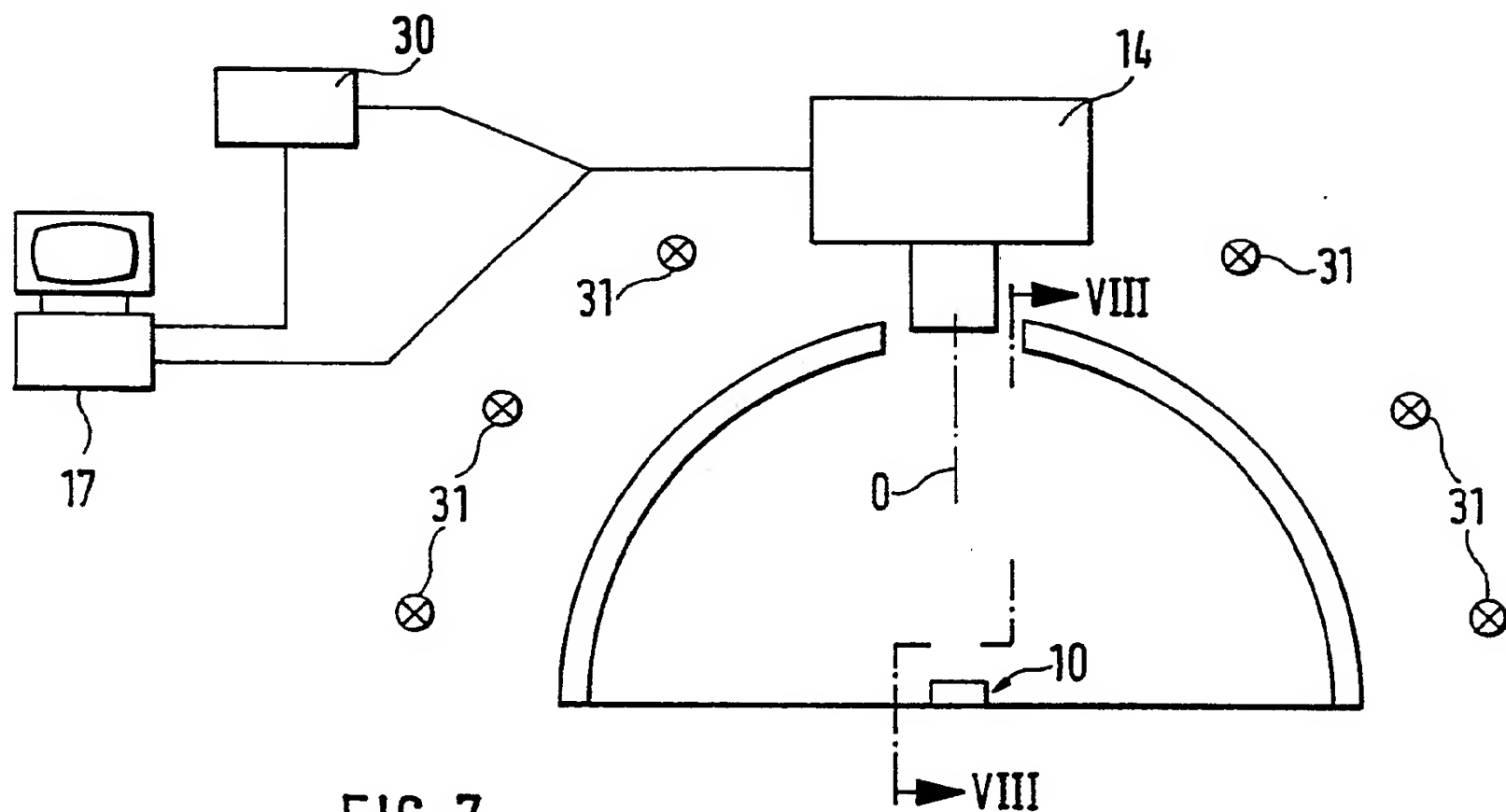


FIG. 7

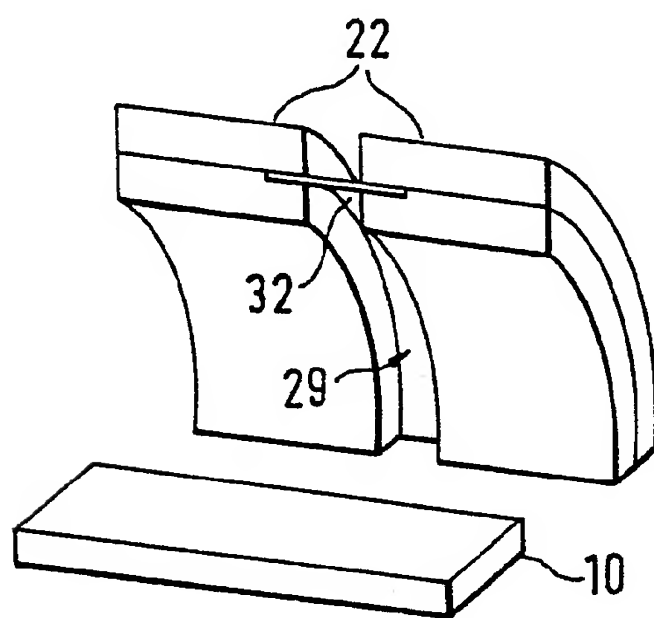


FIG. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/EP91/00056

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. ⁵ : G01B 11/24		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. ⁵	G01B 11/00, H01L 21/00	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
X	US, A, 4 648 053 (FRIDGE) 3 March 1987 (03.03.87), see the whole document in particular the abstract; claims 1,2; figure 2.	1,2,18,19
A	US, A, 4 755 047 (KATO) 5 July 1988 (05.07.88), see column 1, line 60 - column 2, line 32; figure 2.	1,4,5,12,18,19
A	DE, A1, 2 929 846 (SIEMENS) 12 March 1981 (12.03.81), see page 9, line 22 - page 11, line 14; page 15, lines 16-21; figure 1.	1,2,5,12
A	FR, A1, 2 528 571 (HAJIME) 16 December 1983 (16.12.83), see page 3, lines 1-16; figure 3.	1,4,5,12,18,20
A	US, A, 4 875 778 (LUEBBE) 24 October 1989 (24.10.89), see abstract; column 4, lines 3-25; column 5, line 38 - column 6, line 8; figure 1.	1,18
A	US, A, 4 728 195 (SILVER) 1 March 1988	1,18
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
12 April 1991 (12.04.91)		24 May 1991 (24.05.91)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)		
Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
	(01.03.88), see the whole document -----	

ANHANG
zum internationalen Recherchen-
bericht über die internationale
Patentanmeldung Nr.

ANNEX
to the International Search
Report to the International Patent
Application No.

ANNEXE
au rapport de recherche inter-
national relatif à la demande de brevet
international n°

SAK3457

PCT/EP 91/00056

In diesem Anhang sind die Mitglieder
der Patentfamilien der im obenge-
nannten internationalen Recherchenbericht
angeführten Patentedokumente angegeben.
Diese Angaben dienen nur zur Unter-
richtung und erfolgen ohne Gewähr.

This Annex lists the patent family
members relating to the patent documents
cited in the above-mentioned inter-
national search report. The Office is
in no way liable for these particulars
which are given merely for the purpose
of information.

La présente annexe indique les
membres de la famille de brevets
relatifs aux documents de brevets cités
dans le rapport de recherche inter-
national visée ci-dessus. Les renseigne-
ments fournis sont donnés à titre indica-
tif et n'engagent pas la responsabilité
de l'Office.

In Recherchenbericht angeführtes Patentedokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	Mitglied(er) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets	Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication
US-A - 4648053	03-03-87	Keine - None - Rien	
US-A - 4755047	05-07-88	JP-A2-62082314	15-04-87
DE-A1- 2929846	12-03-81	AT-E - 9848 EP-A1- 23574 EP-B1- 23574 JP-A2-56018708 US-A - 4305097	15-10-84 11-02-81 10-10-84 21-02-81 08-12-81
FR-A1- 2528571	16-12-83	AU-A1-15447/83 AU-B2- 554880 CA-A1- 1206226 DE-A1- 3320939 DE-C2- 3320939 FR-B1- 2528571 GB-A0- 8315789 GB-A1- 2126713 GB-B2- 2126713 JP-A2-58219441 US-A - 4555635 GB-A1- 2126712 GB-B2- 2126712 CA-A1- 1169522 CA-A2- 1172722 DE-A1- 3100482 FR-A1- 2474209 FR-B1- 2474209 GB-A1- 2067749 GB-A0- 8319955 GB-B2- 2067749 IL-A0- 61822 IL-A1- 73262 US-A - 4357534 IL-A1- 61822 US-A - 4373136 IL-A0- 61822	20-12-84 04-09-86 17-06-86 15-12-83 18-04-85 20-11-87 13-07-83 28-03-84 21-11-84 20-12-83 26-11-85 28-03-84 29-01-86 19-06-84 14-08-84 19-11-81 24-07-81 27-06-86 30-07-81 24-08-83 12-12-84 31-07-81 31-07-85 02-11-82 28-02-86 08-02-83 30-01-81
US-A - 4875778	24-10-89	Keine - None - Rien	
US-A - 4728195	01-03-88	Keine - None - Rien	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 91/00056

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁵		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Cl. ⁵ G 01 B 11/24		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfung ⁷		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Cl. ⁵	G 01 B 11/00, H 01 L 21/00	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ³		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	US, A, 4 648 053 (FRIDGE) 03 März 1987 (03.03.87), siehe gesamt; insbes. Zusammenfassung; Ansprüche 1,2; Fig. 2. --	1,2, 18,19
A	US, A, 4 755 047 (KATO) 05 Juli 1988 (05.07.88), siehe Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 2, Zeile 32; Fig. 2. --	1,4,5, 12,18, 19
A	DE, A1, 2 929 846 (SIEMENS) 12 März 1981 (12.03.81), siehe Seite 9, Zeile 22 - Seite 11, Zeile 14; Seite 15, Zeilen 16-21; Fig. 1. --	1,2,5, 12
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen ¹⁰ :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist;		
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)		
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht		
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist		
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden		
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist		
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
12 April 1991 (12.04.91)		24.05.91
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Rechenstaten
Europäisches Patentamt		 M. SOTELO

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		PCT/EP 91/00056
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR, A1, 2 528 571 (HAJIME) 16 Dezember 1983 (16.12.83), siehe Seite 3, Zeilen 1-16; Fig. 3. --	1, 4, 5, 12, 18, 20
A	US, A, 4 875 778 (LUEBBE) 24 Oktober 1989 (24.10.89), siehe Zusammen- fassung; Spalte 4, Zeilen 3- 25; Spalte 5, Zeile 38 - Spalte 6, Zeile 8; Fig. 1. --	1, 18
A	US, A, 4 728 195 (SILVER) 01 März 1988 (01.03.88), siehe gesamt. ----	1, 18